

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



Atty. Docket No.: 31904-3

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)	Group Art Unit:	To be assigned
Hiromichi KUMAKURA et al.)		
Serial No.: 10/726,392)	Examiner:	To be assigned
Filed: December 2, 2003)	Confirmation No.:	To be assigned
For: SEMICONDUCTOR DEVICE AND)		
MANUFACTURING METHOD)		
THEREOF)		

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Dear Sir or Madam:

Transmitted herewith is Priority Document: Japan Application No. 2002-351740.

Although it is believed that no fees are due for this submission, the Commissioner is authorized to charge any shortage in fees due in connection with the filing of this paper to our Deposit Account No. 50-2298 in the name of Luce, Forward, Hamilton & Scripps LLP.

Respectfully submitted,

Date

1/13/03

Mitchell P. Brook

Attorney for Applicant(s)

Reg. No. 32,967

c/o

LUCE, FORWARD, HAMILTON
& SCRIPPS LLP

11988 El Camino Real, Ste. 200

San Diego, California 92130

Telephone No.: (858) 720-6300

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence, and anything referred to as transmitted herewith, is being deposited with the United States Postal Service as first class mail with sufficient postage in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date indicated below.

Date: January 13, 2004

By:


Gregory P. Austin

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 3 日
Date of Application:

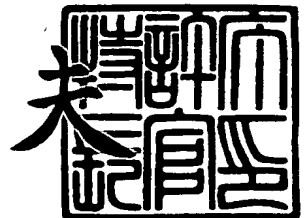
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 5 1 7 4 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 5 1 7 4 0]

出 願 人 サンケン電気株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 0 2 1 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 A0230

【提出日】 平成14年12月 3日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 43/06
H01L 23/12

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野 3 丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社
社内

【氏名】 熊倉 弘道

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野 3 丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社
社内

【氏名】 後藤 博一

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野 3 丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社
社内

【氏名】 加藤 隆志

【特許出願人】

【識別番号】 000106276

【氏名又は名称】 サンケン電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095407

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 満

【選任した代理人】

【識別番号】 100109449

【弁理士】

【氏名又は名称】 毛受 隆典

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038380

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0017501

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基体と、
前記半導体基体上に設けられ、シリコン系膜から構成される第 1 の絶縁膜と、
前記第 1 の絶縁膜上に設けられ、前記第 1 の絶縁膜よりも厚い、有機材料から構成される第 2 の絶縁膜と、
前記第 2 の絶縁膜上に設けられ、前記第 2 の絶縁膜よりも薄い、シリコン系膜から構成される第 3 の絶縁膜と、
前記第 3 の絶縁膜上に設けられ、有機材料から構成される第 4 の絶縁膜と、
前記第 4 の絶縁膜上に設けられ、外部端子と接続される配線層と、
を備える、ことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

さらに、前記第 4 の絶縁膜と前記配線層との間に設けられ、シリコン系膜から構成される第 5 の絶縁膜を備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記第 4 の絶縁膜は、ポリベンズオキサゾール樹脂から構成される、ことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

半導体基体上に、シリコン系膜から構成される第 1 の絶縁膜を形成する工程と、
前記第 1 の絶縁膜上に、前記第 1 の絶縁膜よりも厚い、有機材料から構成される第 2 の絶縁膜を形成する工程と、
前記第 2 の絶縁膜上に、前記第 2 の絶縁膜よりも薄い、シリコン系膜から構成される第 3 の絶縁膜を形成する工程と、
前記第 3 の絶縁膜上に、前記第 3 の絶縁膜よりも薄い、有機材料から構成される第 4 の絶縁膜を形成する工程と、

前記第4の絶縁膜上に、外部端子と接続される配線層を形成する工程と、
を備える、ことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項5】

前記配線層を形成する工程は、
前記第4の絶縁膜上に下引き金属膜を形成する工程と、
前記下引き層上の、前記配線層を形成しない領域にレジストパターンを形成する工程と、
前記レジストパターンが形成された前記下引き金属膜上に、前記配線層を構成するメッキ層を形成する工程と、
前記レジストパターンと、前記レジストパターン下の前記下引き金属膜と、をエッチング除去する工程と、
を備える、ことを特徴とする請求項4に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】

さらに、前記第4の絶縁膜と前記配線層との間に、シリコン系膜から構成される第5の絶縁膜を形成する工程を備える、ことを特徴とする請求項4に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、信頼性の高い半導体装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の、ホール素子を用いた電流検出用の半導体装置として、図7に示す構成のものがある（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】

特開2001-230467号公報

【0004】

図7に示す半導体装置101は、ホール素子102が形成された半導体基体1

03と、平面的に見てホール素子102を包囲するように設けられた平板状の配線層104と、を備える。

【0005】

図7に示す半導体装置101において、配線層104は、図示しない被測定回路に接続され、被測定電流の経路として機能する。配線層104に通電した際に形成される磁界は、ホール素子102によりホール効果を用いて検出される。

【0006】

配線層104は、平面的に見てホール素子102を部分的に包囲するU字部105と、ワイヤ106に接続されたパッド部107と、を備える。パッド部107には、ワイヤ106を介して回路からまたは回路に電流が流れる。電流がU字部105を通るため、U字部105の内側に配置されたホール素子102には、比較的強くかつ安定した磁界が印加される。ホール素子102は、この磁界を検出し、電流の通電の有無およびその電流値を検出する。

【0007】

配線層104は、半導体基体103上に絶縁膜を介して設けられる。一般に、十分な耐圧を確保するため、この絶縁膜には十分な厚さが必要とされる。絶縁膜は、一般に、シリコン酸化膜等のシリコン系膜から構成されるが、厚膜化は難しい。このため、シリコン系膜の上に、厚膜化の容易な有機膜、特に、ポリイミド系樹脂膜を積層する方法が開発されている。

【0008】

図8に、絶縁膜に有機膜を用いた、図7に示す半導体装置101のB-B線矢視断面を示す。図8に示すように、有機膜108は、半導体基体103上に、薄いシリコン酸化膜109を介して、厚く設けられている。配線層104は、シリコン酸化膜109と、有機膜108と、によって、十分な絶縁耐圧を有して半導体基体103から電氣的に絶縁されている。このように、有機膜108を用いることにより、高い絶縁耐圧が得られるとともに、表面の平坦化、ボンディング強度の増大等が可能となる。

【0009】

上記半導体装置101において、銅等の金属からなる配線層104は有機膜1

08の上に直接形成される。しかし、一般に、金属材料と有機材料との接着性は低い。このため、ワイヤボンディング工程や加熱工程において、配線層104が有機膜108から剥離する、いわゆる電極剥がれが起こりやすい。

このように、従来の、有機膜に金属膜が積層された半導体装置は、有機膜と金属膜との密着性が低いために互いに剥離しやすく、信頼性の高い半導体装置を得ることが難しい、という問題がある。

【0010】

上記問題点を解決するため、本願出願人は、図9に示すような、シリコン酸化膜109上に設けられた有機膜108の上に、シリコン系絶縁膜112（例えば、シリコン窒化膜）を介して配線層104を形成した、半導体装置111を開発している（下記特許文献2参照）。

【0011】

【特許文献2】

特願 2001-310897号

【0012】

このように有機膜108と配線層104との間にシリコン系絶縁膜112を介在させると、シリコン系絶縁膜112が密着層として機能し、ワイヤボンディングや加熱工程における配線層104の剥離が良好に防止される。また、有機膜108よりも耐湿性に優れるシリコン系絶縁膜112によって表面を覆うことによって、信頼性が向上することも期待される。

【0013】

図9に示す半導体装置111は、例えば、以下のように製造する。まず、半導体基板103上にシリコン酸化膜109、有機膜108及びシリコン系絶縁膜112（例えば、シリコン窒化膜）を順次積層して形成する。次に、シリコン系絶縁膜112上にチタン膜と銅膜とを積層した薄い金属膜115を形成する。この金属膜115は、シリコン系絶縁膜112上に配線層104を構成する厚い金属メッキ層を形成するための下引き膜（シード層）として機能する。

【0014】

次に、下引き金属膜115のうち、配線層104を形成しない領域上にレジス

トを形成する。これにより、下引き金属膜 115 のうち、配線層 104 を積層する領域のみが表面に露出する。次に、レジストによって被覆されていない下引き金属膜 115 の上に、メッキによって厚い金属層（銅メッキ層 116）を形成する。最後に、レジストと、レジストの下側に形成された下引き金属膜 115 をエッチング除去する。これにより、図 7 に示すような形状の配線層 104 を有する半導体装置 111 が得られる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、有機膜 108 の上面全体をシリコン系絶縁膜 112 で被覆する上記構成の半導体装置 111 では、期待されるほどの信頼性向上（耐湿性向上）が図れなかった。すなわち、上記製造工程において、レジストの下側に形成された下引き金属膜 115 をエッチング除去する際に、その下側に形成されたシリコン系絶縁膜 112 も一緒にエッチング除去されてしまう。このため、有機膜 108 の表面全体が、耐湿性に優れるシリコン系絶縁膜 112 によって被覆されない状態が発生し、十分な耐湿性が劣化するなど装置の信頼性が劣化する場合があった。

【0016】

上記問題を解決するため、本発明は、信頼性の高い半導体装置およびその製造方法に関する。

また、本発明は、耐湿性の高い半導体装置およびその製造方法に関する。

【0017】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の第 1 の観点にかかる半導体装置は、半導体基体と、

前記半導体基体上に設けられ、シリコン系膜から構成される第 1 の絶縁膜と、

前記第 1 の絶縁膜上に設けられ、前記第 1 の絶縁膜よりも厚い、有機材料から構成される第 2 の絶縁膜と、

前記第 2 の絶縁膜上に設けられ、前記第 2 の絶縁膜よりも薄い、シリコン系膜から構成される第 3 の絶縁膜と、

前記第 3 の絶縁膜上に設けられ、有機材料から構成される第 4 の絶縁膜と、

前記第 4 の絶縁膜上に設けられ、外部端子と接続される配線層と、
を備える。

【0018】

上記構成の半導体装置は、さらに、前記第 4 の絶縁膜と前記配線層との間に設けられ、シリコン系膜から構成される第 5 の絶縁膜を備えてもよい。

【0019】

上記構成の半導体装置は、前記第 4 の絶縁膜は、例えば、ポリベンズオキサゾール樹脂から構成される。

【0020】

上記目的を達成するため、本発明の第 2 の観点にかかる半導体装置の製造方法は、

半導体基体上に、シリコン系膜から構成される第 1 の絶縁膜を形成する工程と

、
前記第 1 の絶縁膜上に、前記第 1 の絶縁膜よりも厚い、有機材料から構成される第 2 の絶縁膜を形成する工程と、

前記第 2 の絶縁膜上に、前記第 2 の絶縁膜よりも薄い、シリコン系膜から構成される第 3 の絶縁膜を形成する工程と、

前記第 3 の絶縁膜上に、前記第 2 の絶縁膜よりも薄い、有機材料から構成される第 4 の絶縁膜を形成する工程と、

前記第 4 の絶縁膜上に、外部端子と接続される配線層を形成する工程と、
を備える。

【0021】

上記方法において、前記配線層を形成する工程は、

前記第 4 の絶縁膜上に下引き金属膜を形成する工程と、

前記下引き層上の、前記配線層を形成しない領域にレジストパターンを形成する工程と、

前記レジストパターンが形成された前記下引き金属膜上に、前記配線層を構成するメッキ層を形成する工程と、

前記レジストパターンと、前記レジストパターン下の前記下引き金属膜と、を

エッチング除去する工程と、
を備えてもよい。

【0022】

上記方法は、さらに、前記第4の絶縁膜と前記配線層との間に、シリコン系膜から構成される第5の絶縁膜を形成する工程を備えてもよい。

【0023】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態にかかる半導体装置について、以下図面を参照して説明する。図1は、本発明の半導体装置の平面図を示す。

図1に示すように、半導体装置11は、半導体基体12と、配線層13と、を備える。

【0024】

半導体基体12は、例えば、エピタキシャル成長により形成されたp型のシリコン基板から構成される。シリコン基板は、例えば、略方形に形成され、その中央にホール素子領域14を備える。図示しないが、半導体基体12には、増幅回路や検出回路を構成する半導体回路素子も集積されている。

【0025】

配線層13は、所定形状にパターニングされた金属膜から構成され、パッド部15と、U字部16と、を備える。配線層13は、被検出電流の流路を構成する。

【0026】

パッド部15は、帯状の配線層13のほぼ両端を構成し、被測定回路に接続されるリードフレーム等の端子（図示せず）に金属製のワイヤ17により接続されている。例えば、被測定回路からの電流は、一方のパッド部15からU字部16を流れ、他方のパッド部15から被測定回路へと戻る。

【0027】

U字部16は、平面的に見て、ホール素子領域14を少なくとも部分的に包囲するように設けられている。U字部16を被測定電流が流れることにより、U字部16の内側、すなわち、ホール素子領域14の近傍には、強められた、安定し

た磁界が形成される。これにより、後述するように、ホール素子領域 14 においてホール効果を用いた高感度かつ高精度の電流検出が可能となる。

【0028】

図 2 に、図 1 に示す半導体装置 11 の A-A 線矢視断面を示す。図 2 に示すように、半導体装置 11 は、表面領域にホール素子領域 14 を備える半導体基体 12 上に、第 1 の絶縁膜 20 と、第 1 の有機膜 21 と、第 2 の絶縁膜 22 と、第 2 の有機膜 23 と、第 3 の絶縁膜 24 と、配線層 13 と、が順に積層されて構成されている。

【0029】

ホール素子領域 14 は、p 型の半導体基体 12 の表面領域に形成され、n 型の不純物拡散により形成された n 型半導体領域 25 を有する。ホール素子領域 14 は、n 型半導体領域 25 に、図 3 の平面図に示すように構成されている。図 3 に示すように、n 型半導体領域 25 は、略十字状に形成されており、Y 方向よりも X 方向に幅が広く形成されている。

【0030】

十字型の n 型半導体領域 25 には、その X 方向の両端に、それぞれ、第 1 および第 2 の p 型半導体領域 26、27 が、互いに対向するように形成されている。第 1 および第 2 の p 型半導体領域 26、27 は、n 型半導体領域 25 に、p 型の不純物を選択的に導入することにより形成される。

【0031】

第 1 および第 2 の p 型半導体領域 26、27 には、それぞれ、n 型半導体領域 25 よりも不純物濃度の高い第 1 および第 2 の n⁺型半導体領域 28、29 が形成されている。図 2 に示すように、第 1 および第 2 の n⁺型半導体領域 28、29 は、互いに対向する部分が、n 型半導体領域 25 と接するように、第 1 および第 2 の p 型半導体領域 26、27 に覆われている。第 1 および第 2 の p 型半導体領域 26、27 は、第 1 および第 2 の n⁺型半導体領域 28、29 と、n 型半導体領域 25 と、の接触面積を制限するために設けられている。

【0032】

また、第 1 および第 2 の n⁺型半導体領域 28、29 の露出面は、それぞれ、

第1および第2の電極30、31にオーミック接触している。第1および第2の電極30、31は、後述する図示しない検出回路に接続されている。

【0033】

図3に戻り、n型半導体領域25には、その十字型のY方向の両端に、それぞれ、n型半導体領域25よりも不純物濃度の高い、第3および第4のn⁺型半導体領域32、33が、互いに対向するように形成されている。第3および第4のn⁺型半導体領域32、33は、n型半導体領域25の端部の幅のほぼ全長にわたって形成されている。第3および第4のn⁺型半導体領域32、33は、n型半導体領域25に、さらにn型の不純物を選択的に導入することにより形成される。

【0034】

第3および第4のn⁺型半導体領域32、33の露出面は、図示しない電極にそれぞれ接続されており、電極等を介して図示しない電流供給回路に接続されている。すなわち、電流検出時には、電流供給回路より電流が供給され、第3のn⁺型半導体領域32と第4のn⁺型半導体領域33との間のn型半導体領域25に、例えば、図に示す方向に電流I₀が流れる。勿論、電流I₀の流れる方向は反対であってもよい。

【0035】

図2を参照して、第1の絶縁膜20は、半導体基体12上に設けられている。第1の絶縁膜20には、第1および第2のn⁺型半導体領域28、29にそれぞれ接続された、第1および第2の電極30、31が被覆され、半導体基体12から絶縁されている。第1の絶縁膜20は、シリコン系膜、例えば、酸化シリコンから構成され、CVD等により、例えば、全体として2μmの厚さで形成されている。

【0036】

第1の有機膜21は、第1の絶縁膜20上に形成されている。第1の有機膜21は、例えば、ポリイミド系樹脂、例えば、PIQ（ポリイミド・イソインドロ・キナゾリンジオン、日立化成工業の商標）から構成されている。第1の有機膜21は、第1の絶縁膜20上に、スピンコーティング等によって、例えば、5μ

mの厚さで、第1の絶縁膜20よりも厚く形成されている。

【0037】

第1の絶縁膜20は、その上の第1の有機膜21の半導体基体12の表面に対する密着性を向上する機能を有する。シリコン系膜から構成される第1の絶縁膜20は、シリコン半導体基体12の表面に対する密着性が良好であるとともに、ポリイミド樹脂から構成される有機膜に対しても良好に接着する。

【0038】

第1の有機膜21は、厚さ5 μ m程度で厚く形成されており、高い絶縁耐圧を有する。このため、配線層13と半導体基体12との間に高い絶縁耐圧が得られる。第1の有機膜21は、高い絶縁耐圧を実現するために設けられるとともに、配線層13が設けられる表面を平坦化する機能、及び、配線層13のパッド部15へのワイヤボンディング時の応力を吸収して、半導体基体12に伝わる衝撃を緩和する機能を有する。

【0039】

第2の絶縁膜22は、第1の有機膜21上に設けられ、シリコン窒化膜から構成されている。第2の絶縁膜22は、プラズマCVD等により、第1の有機膜21よりも薄く、例えば、0.5 μ mの厚さで設けられている。

【0040】

シリコン窒化膜から構成される第2の絶縁膜22は、有機材料から構成される第1の有機膜21よりも耐湿性に優れる。これにより、第1の絶縁膜20を被覆する第2の絶縁膜22が、吸湿性のある第1の有機膜21に対して防水効果を発揮し、高い耐湿性が実現される。

【0041】

第2の有機膜23は、第2の絶縁膜22上に設けられている。第2の有機膜23は、第1の有機膜21と同じ材料から構成され、同様にスピンコーティング等により形成される。

【0042】

第2の有機膜23は、配線層13の形成工程において、後述する下引き膜41(チタン／銅層13a)をエッチング除去する際に、その下の第2の絶縁膜22

が同時にエッチング除去されることを防止する。第2の有機膜23を設けることにより、エッチングの後においても、第1の有機膜21は第2の絶縁膜22によって十分に覆われ、高い耐湿性が得られる。

【0043】

第2の有機膜23は、第1の有機膜21よりも薄く、例えば、 $1\mu\text{m}$ 程度の厚さで形成されている。第2の有機膜23の厚さは、このエッチング工程において第2の絶縁膜22が十分に保護される厚さであればよい。

【0044】

第3の絶縁膜24は、第2の有機膜23と配線層13との間に設けられ、シリコン窒化膜から構成されている。第3の絶縁膜24は、図に示すように、配線層13と同様の平面形状を有し、その底部には第2の有機膜23が露出している。第3の絶縁膜24は、有機材料から構成される第2の有機膜23と、金属材料から構成される配線層13と、の間の密着性を向上させる。

【0045】

第3の絶縁膜24は、第1の有機膜21よりも薄く、例えば、 $0.1\mu\text{m}$ 程度の厚さで形成されている。第3の絶縁膜24の厚さは、配線層13と第2の有機膜23との密着性が十分に得られる厚さであればよい。

【0046】

配線層13は、第3の絶縁膜24の上に形成されている。配線層13は、チタン／銅層13aと、銅メッキ層13bと、金層13cと、が順に積層されて構成されている。

【0047】

チタン／銅層13aは、第3の絶縁膜24上に、例えば、 $0.2\mu\text{m}$ の厚さで設けられる。チタン／銅層13aは、電子ビーム蒸着法等によって形成されたチタン膜と銅膜との積層膜から構成される。チタン／銅層13aは、メッキの下引き膜（シード層）として機能する。

【0048】

銅メッキ層13bは、チタン／銅層13aの上に、例えば、 $50\mu\text{m}$ の厚さで設けられる。銅メッキ層13bは、チタン／銅層13aを下引き層とするメッキ

によって形成される。

【0049】

金層 13c は、銅層の上に、例えば、 $3\mu\text{m}$ の厚さで設けられている。金層 13c は、メッキ等によって形成される。

【0050】

シリコン窒化膜から構成される第3の絶縁膜 24 は、その下に形成された第2の有機膜 23 と、その上に形成された配線層 13 と、の密着性を向上する機能を有する。

【0051】

一般に、有機材料と金属材料との密着性は低い。このため、第2の有機膜 23 上に直接配線層 13 を設けた場合には、配線層 13 のパッド部 15 にワイヤボンディングを行う際などに配線層 13 の剥がれが生じやすい。しかし、配線層 13 と第2の有機膜 23 との間に、シリコン窒化膜から構成される第3の絶縁膜 24 を設けることにより、互いの密着性を高められる。シリコン窒化膜は、有機材料および金属材料それぞれに対し高い密着性を有し、これにより、ワイヤボンディング、種々の熱工程等における配線層 13 の剥離等は避けられる。

【0052】

配線層 13 は、上述したように、平面的に見てホール素子領域 14 を U 字部 16 において包囲するように設けられており、図 2 に示すように、ホール素子領域 14 の上方には配線層 13 の U 字部 16 が配置されている。

【0053】

配線層 13 を流れる被検出電流は、以下のように検出される。半導体装置 11 が作動しているとき、図 3 に示すように、電流供給回路から第1の電極 30 と第2の電極 31 との間の n 型半導体領域 25 に電流 I_0 が、例えば、Y 方向（図 2 の紙面に垂直な方向）に流れる。配線層 13 には、例えば、5 A 程度の電流が流れる。

【0054】

被測定電流が、配線層 13 の、特に、U 字部 16 を流れると、平面的に見て U 字部 16 の内側、すなわち、ホール素子領域 14 の近傍には、強められ、安定し

た磁界が形成される。このとき、磁界は、図2の紙面に平行な方向に形成され、ホール素子領域14のn型半導体領域25に流れる電流とは、互いに直交する。従って、ホール素子形成領域（n型半導体領域25）に存在する電子には、磁界と通電方向との両方に直交する方向にローレンツ力が働く。このような、いわゆるホール効果により、図3に示すn型半導体領域25のX方向の両端の、第1のn⁺型半導体領域28と第2のn⁺型半導体領域29との間には、電位差（ホール電圧）が発生する。

【0055】

発生した電位差は、第1および第2のn⁺型半導体領域28、29のそれぞれに接続された第1および第2の電極30、31を介して検出回路によって検出される。検出回路は、検出した電位差から被測定電流の通電の有無およびその大きさを算出する。算出されたデータは、被測定回路にフィードバックデータとして送出される等する。

【0056】

（実施例）

上記構成の半導体装置11を以下のように製造し、ワイヤボンディング後の接続強度（シェア強度）を測定した。

【0057】

まず、ホール素子領域14等が形成され、その表面が第1の絶縁膜20で覆われた半導体基体12を用意する。用意した半導体基体12の表面に、第1の有機膜21を構成するPIQ膜をスピンコーティングにより形成する。次に、第1の有機膜21上に、第2の絶縁膜22を構成するシリコン窒化膜をプラズマCVDにより形成する。

【0058】

次いで、第2の絶縁膜22上に、第2の有機膜23を構成するPIQ膜をスピンコーティングにより形成する。さらに、第2の有機膜23上に、第3の絶縁膜24を構成するシリコン窒化膜をプラズマCVDにより形成する。次に、第3の絶縁膜上に、電子ビーム蒸着法により、チタン層と銅層とを順に積層した下引き金属膜41を形成する（図4（a）参照）。

【0059】

続いて、下引き金属膜41（銅層）の上の、配線層13を形成すべき領域を除いた領域に、フォトリソ膜からなるレジストパターン42を形成する（図4（b）参照）。

【0060】

次いで、レジストパターン42を形成した状態で、銅メッキ処理を行い、銅メッキ層13bを形成する。さらに、銅メッキ層13b上に金メッキを施して金層13cを形成する（図4（c）参照）。

【0061】

その後、エッチングによってレジストパターン、その下の下引き金属膜41及び第3の絶縁膜24を除去する。以上で、図2に示す構造を有する配線層13が形成される。

【0062】

このエッチング工程において、チタン／銅層13aの下には第2の有機膜23が設けられている。このため、エッチングによる、第2の有機膜23の下の第2の絶縁膜22の損傷は防止される。従って、半導体装置11の絶縁耐圧の低下等の信頼性の低下は防がれるとともに、耐湿性の低い第1の有機膜21の表面が十分に被覆されることにより、耐湿性の向上が図られる。

【0063】

上記のようにして形成された配線層13のパッド部15にワイヤボンディングを行い、そのシヤ強度を調べた。上記のように形成した、有機膜（ポリイミド）上に、シリコン窒化膜を介して配線層13を設けた構造では、シヤ強度は約16.7N（1700gf）であった。これに比べ、有機膜上に直接配線層13を設けた構造を用いた場合には、シヤ強度は約5.88N（600gf）であった。従って、第1の有機膜21と配線層13との間に、シリコン窒化膜を設けることにより、シヤ強度は、例えば、約3倍まで向上させることができることがわかる。

【0064】

以上説明したように、本発明では、配線層13を構成する金属膜と、絶縁膜を

構成する第1の有機膜21と、の間に、窒化シリコン膜（第2の絶縁膜22）を設けている。これにより、配線層13と第1の有機膜21との密着性が高められ、ワイヤボンディングや加熱工程における配線層13の剥離（電極剥がれ）を防ぐことができる。このように、本発明によれば、金属膜と第1の有機膜21との密着性が良好な、信頼性の高い半導体装置が得られる。

【0065】

また、本実施の形態の半導体装置11においては、絶縁耐圧の向上やワイヤボンディング時の応力緩和効果を有効に発揮する一方、吸湿性の高い第1の有機膜21の表面が、下引き金属膜41等のエッチングの後においてもシリコン窒化膜から構成される第2の絶縁膜22によって十分に被覆されている。このため、耐湿性に優れた信頼性の高い半導体装置11が実現される。

【0066】

本発明は、上記実施の形態に限られず、種々の変形、応用が可能である。以下、本発明に適用可能な上記実施の形態の変形態様について、説明する。

【0067】

上記実施の形態では、第1の有機膜21と配線層13との間の密着膜として機能する第3の絶縁膜24を、シリコン窒化膜から構成した。しかし、第3の絶縁膜24として、他のシリコン系膜、例えば、シリコン酸化膜、シリコン酸窒化膜等から構成しても良い。第2の絶縁膜22についても同様である。しかし、シリコン窒化膜を用いた場合には、防水性が得られ好ましい。

また、第1の有機膜21は、ポリイミド樹脂から構成されるものとしたが、これに限らず、他の有機絶縁材料に適用してもよい。

【0068】

また、ノイズ低減のため、第1の有機膜21と半導体基体12との間にシールド層を設けてもよい。

【0069】

また、第2の絶縁膜22を構成するシリコン窒化膜は、線膨張係数の差によりクラックが発生しやすい。従って、半導体ウェハから半導体装置11を形成するときには、図5に示すように、第2の絶縁膜22を半導体基体12の全面に形成

せずに、半導体領域を形成する各領域に分けて形成するようにしてもよい。

【0070】

また、上記実施の形態では、有機樹脂から構成される第2の有機膜23上に、シリコン系膜から構成される第3の絶縁膜24を設けて、配線層13との密着性を高める構成としたが、第3の絶縁膜24を設けない構成も可能である。

この場合、図6に示すように、第2の有機膜23をポリベンズオキサゾール（PBO）樹脂から構成してもよい。PBO樹脂は、耐湿性に優れるとともに、金属膜との高い密着性を有する。

【0071】

さらにまた、上記実施の形態および変形例において、第2の絶縁膜22や第3の絶縁膜24を複数の膜から構成してもよい。例えば、シリコン窒化膜とシリコン酸化膜とを積層して構成してもよい。

【0072】

上記実施の形態では、ホール効果を用いた電流検出用の半導体装置を例として説明した。しかし、本発明は、上記例に限らず、有機絶縁材料からなる膜と、金属材料からなる膜と、が積層された構造を有するものであれば、いかなる半導体装置にも適用することができる。例えば、パワー素子等の他の半導体素子、表面にパッドを備える多層配線基板等に本発明を適用することができる。

【0073】

【発明の効果】

本発明によれば、信頼性の高い半導体装置およびその製造方法が提供される。

また、本発明によれば、耐湿性の高い半導体装置およびその製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施の形態に係る半導体装置の構成を示す平面図である。

【図2】

図1に示す半導体装置のA-A矢視線断面図である。

【図3】

ホール素子領域の平面図である。

【図 4】

本実施の形態に係る半導体装置の製造工程を示す図である。

【図 5】

本実施の形態に係る半導体装置の変形例を示す図である。

【図 6】

本実施の形態に係る半導体装置の変形例を示す図である。

【図 7】

従来の電流検出用の半導体装置の構成を示す平面図である。

【図 8】

図 7 に示す半導体装置の B - B 矢視線断面図である。

【図 9】

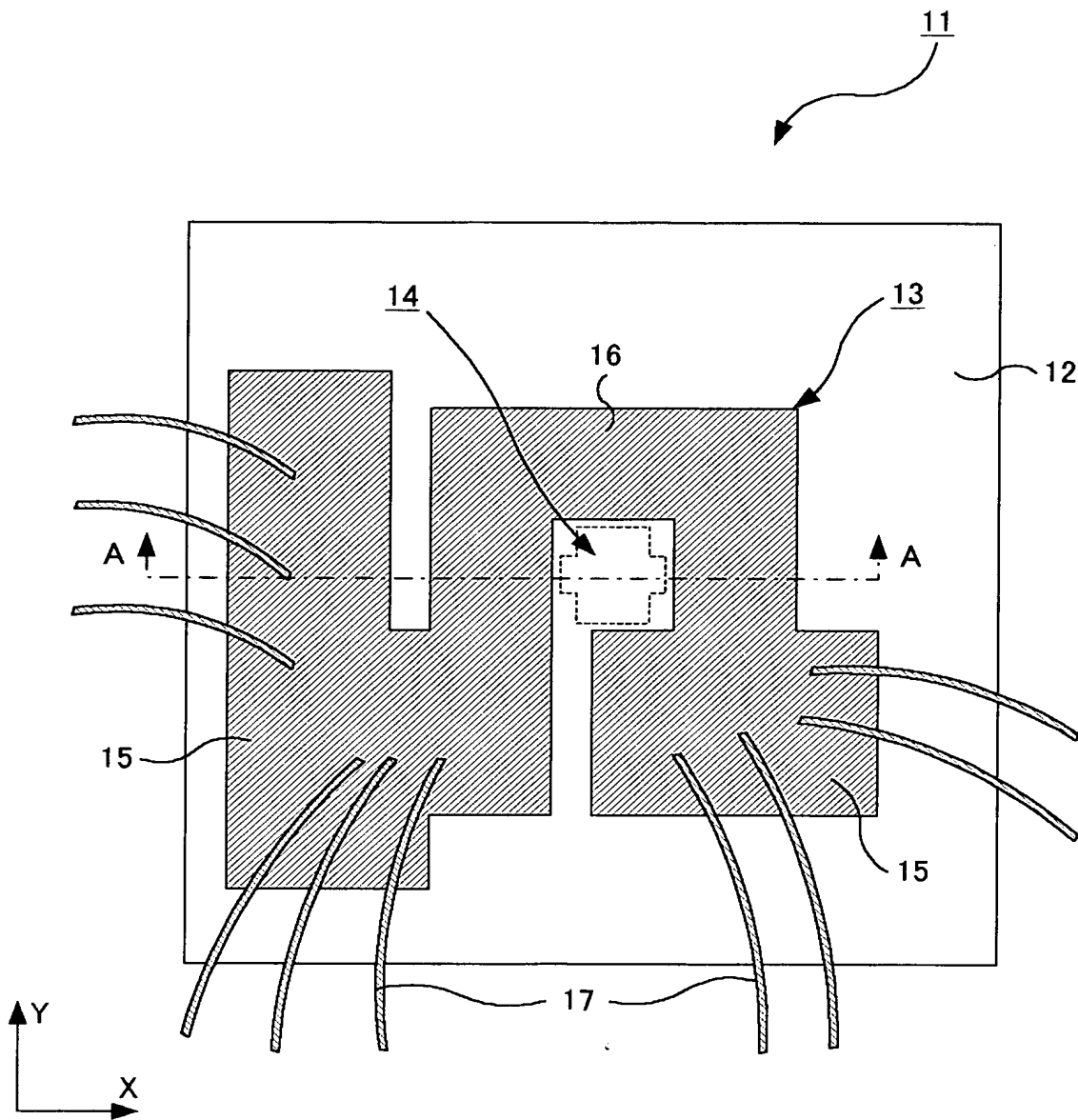
従来の電流検出用の半導体装置の構成を示す平面図である。

【符号の説明】

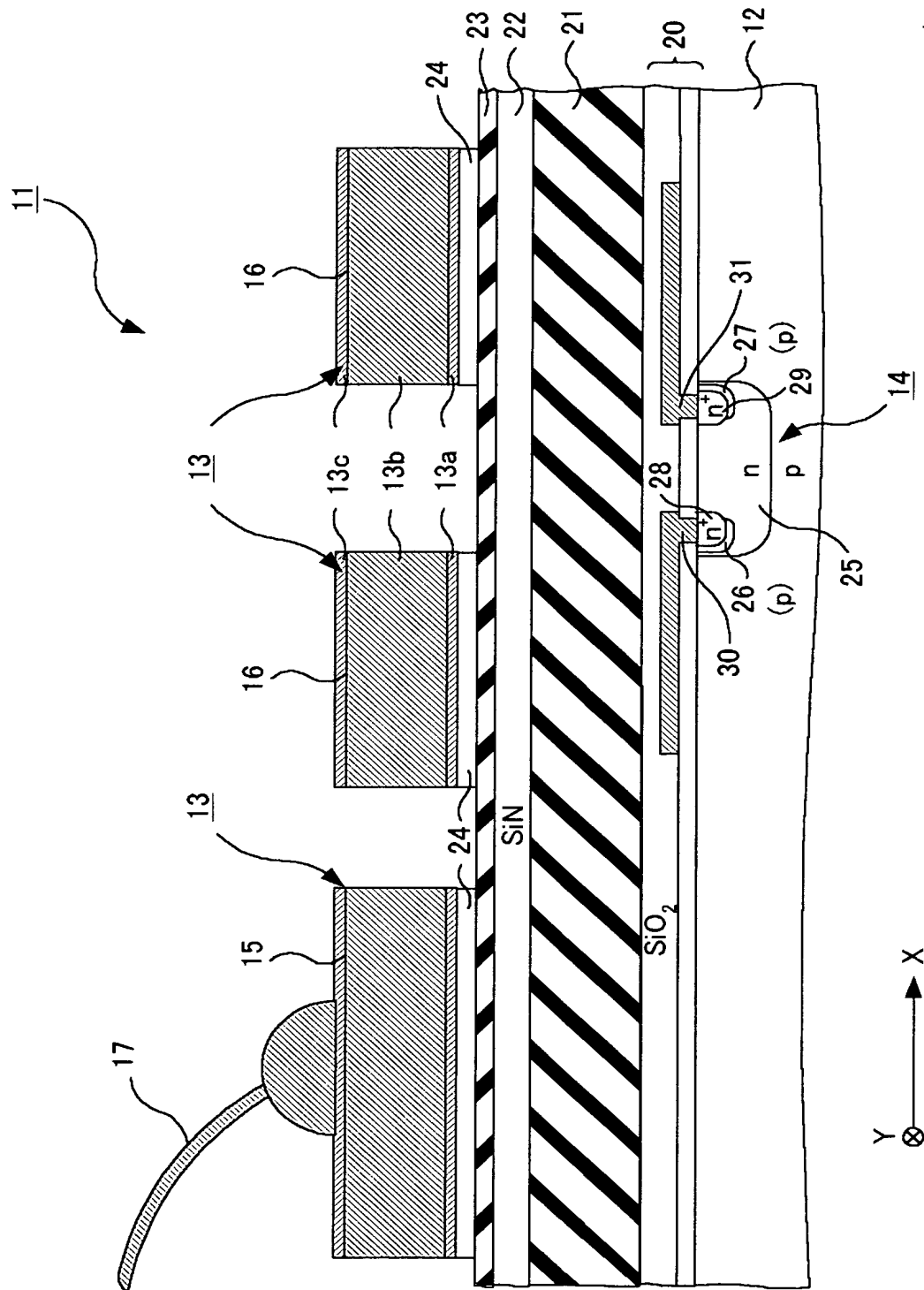
- 1 1 半導体装置
- 1 2 半導体基体
- 1 3 配線層
- 1 4 ホール素子領域
- 1 5 パッド部
- 1 6 U字部
- 1 7 ワイヤ
- 2 0 第 1 の絶縁膜
- 2 1 第 1 の有機膜
- 2 2 第 2 の絶縁膜
- 2 3 第 2 の有機膜
- 2 4 第 3 の絶縁膜

【書類名】 図面

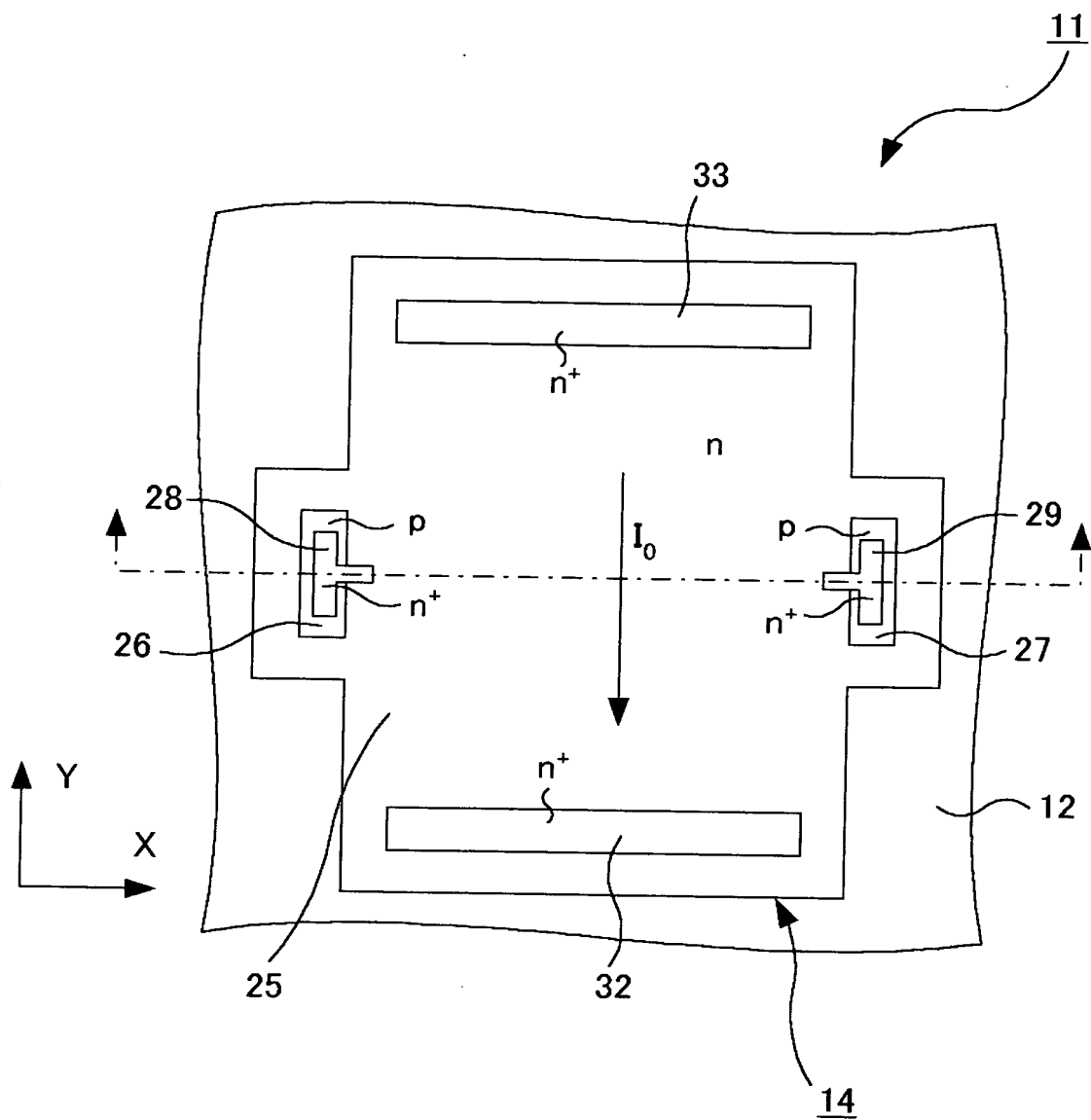
【図 1】



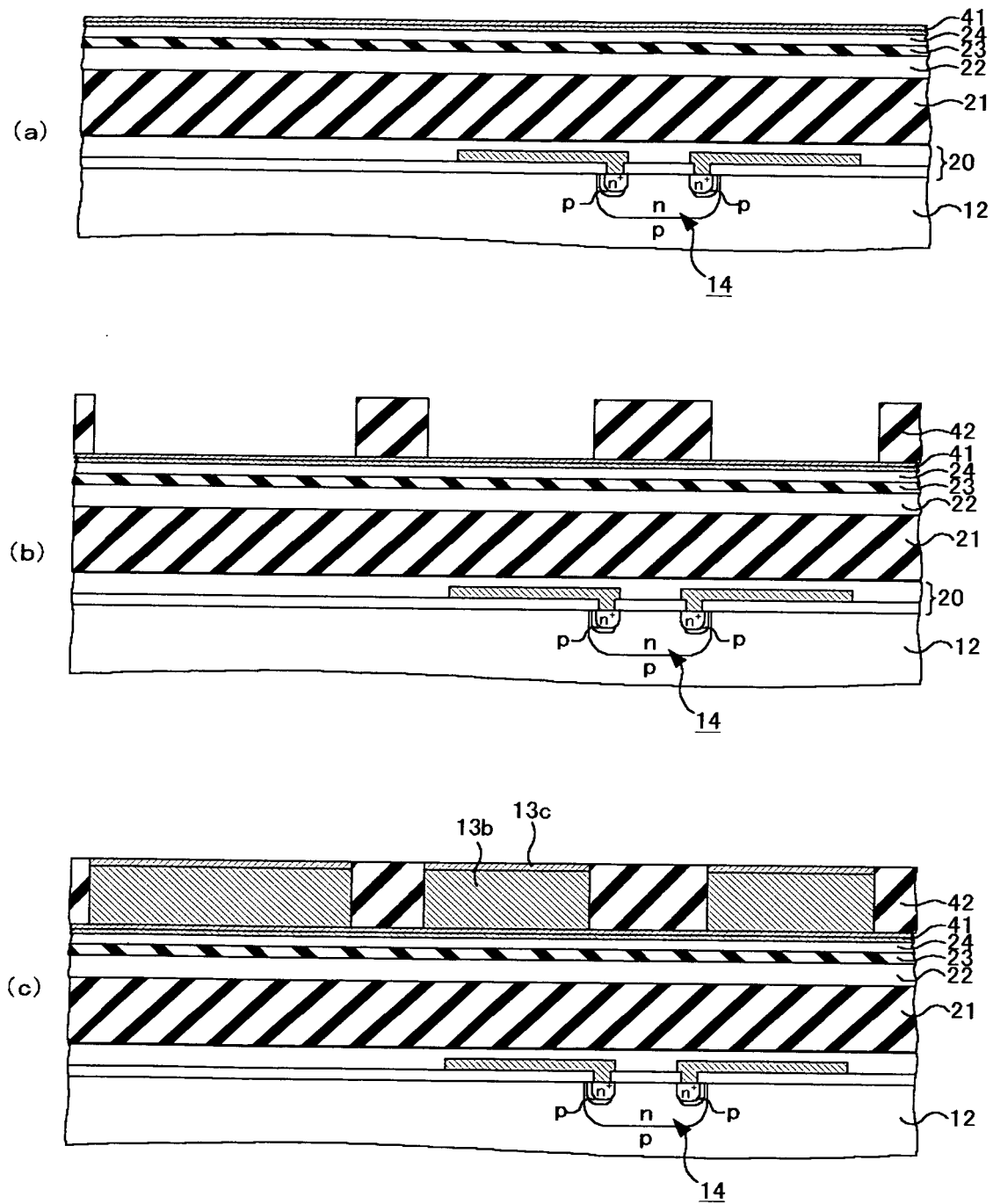
【図 2】



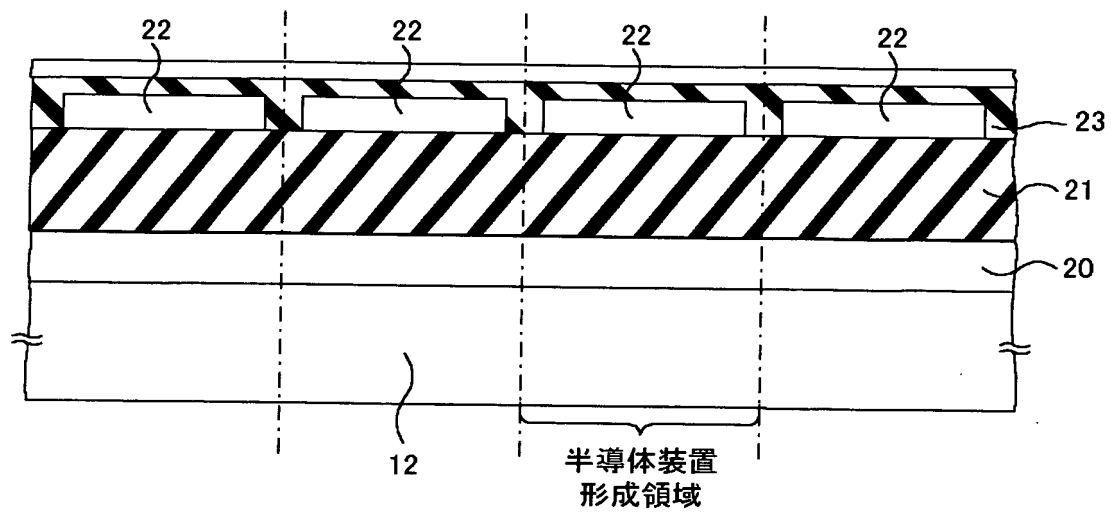
【図 3】



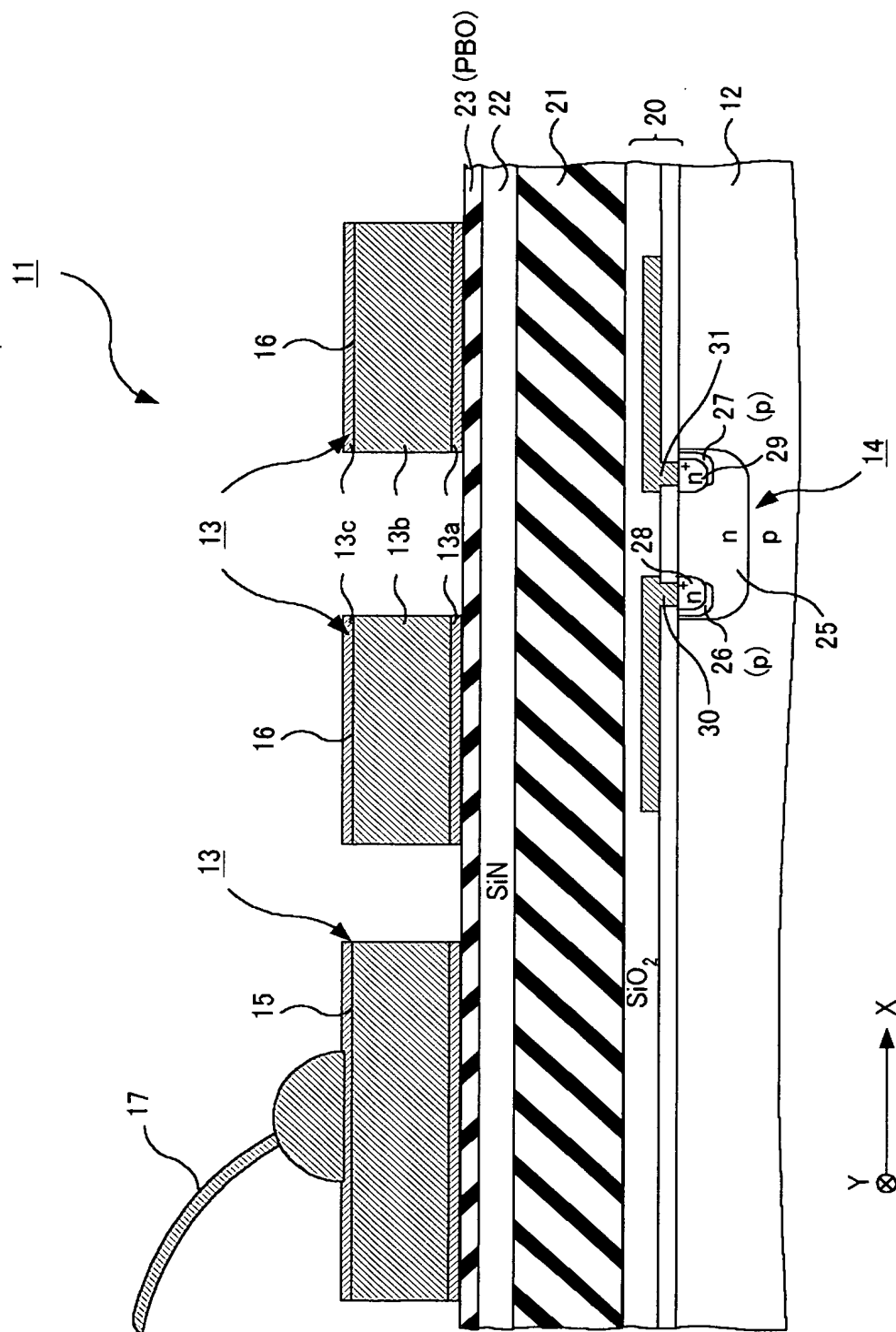
【図 4】



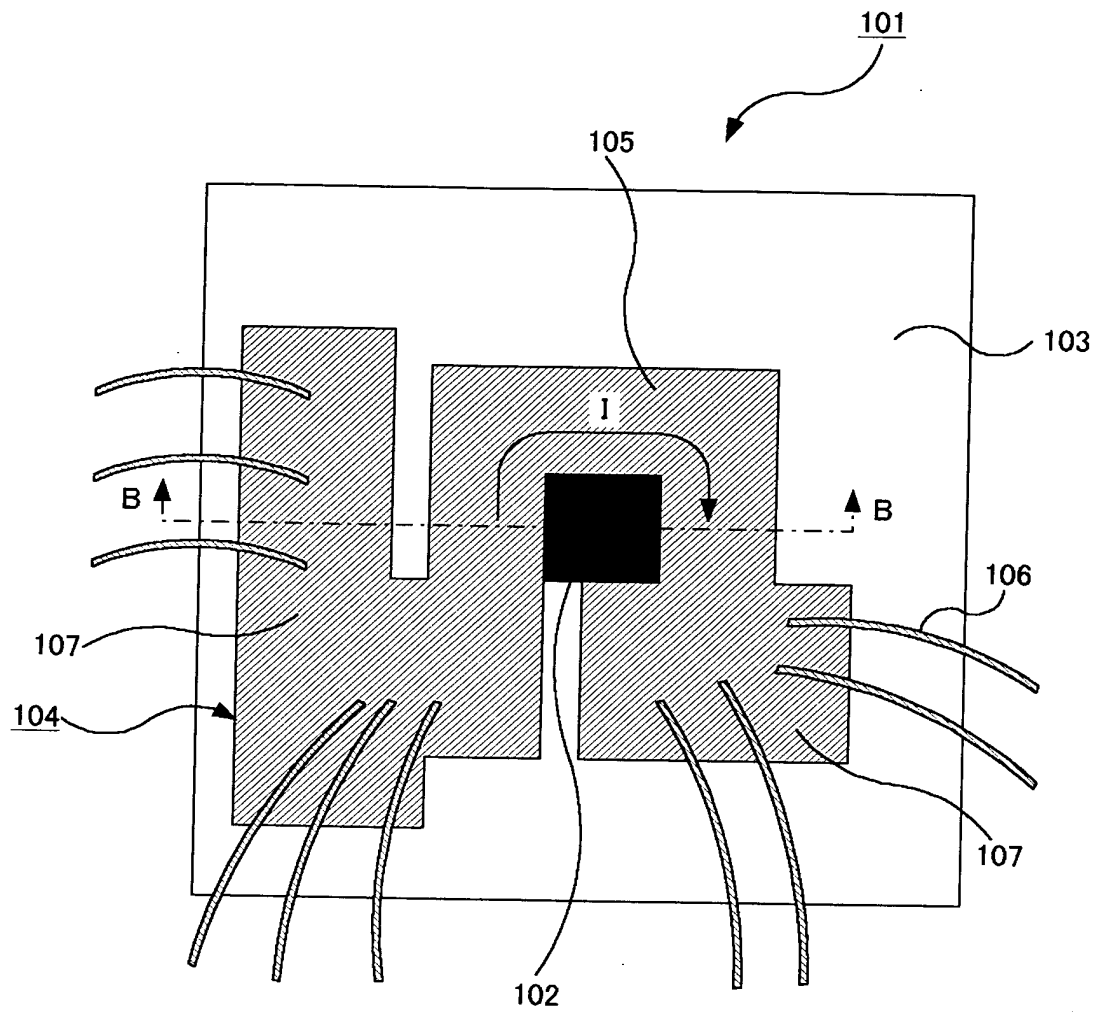
【図 5】



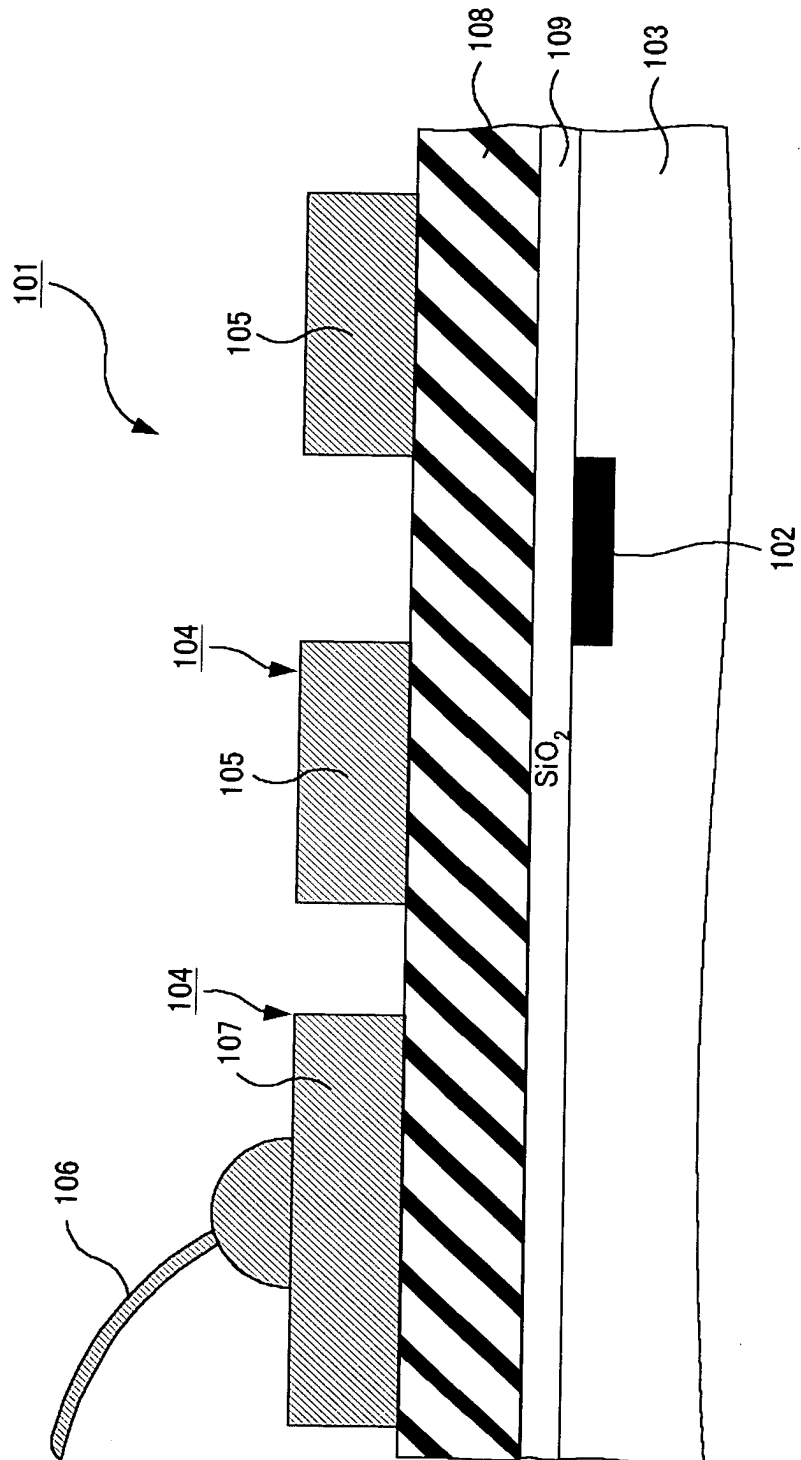
【図 6】



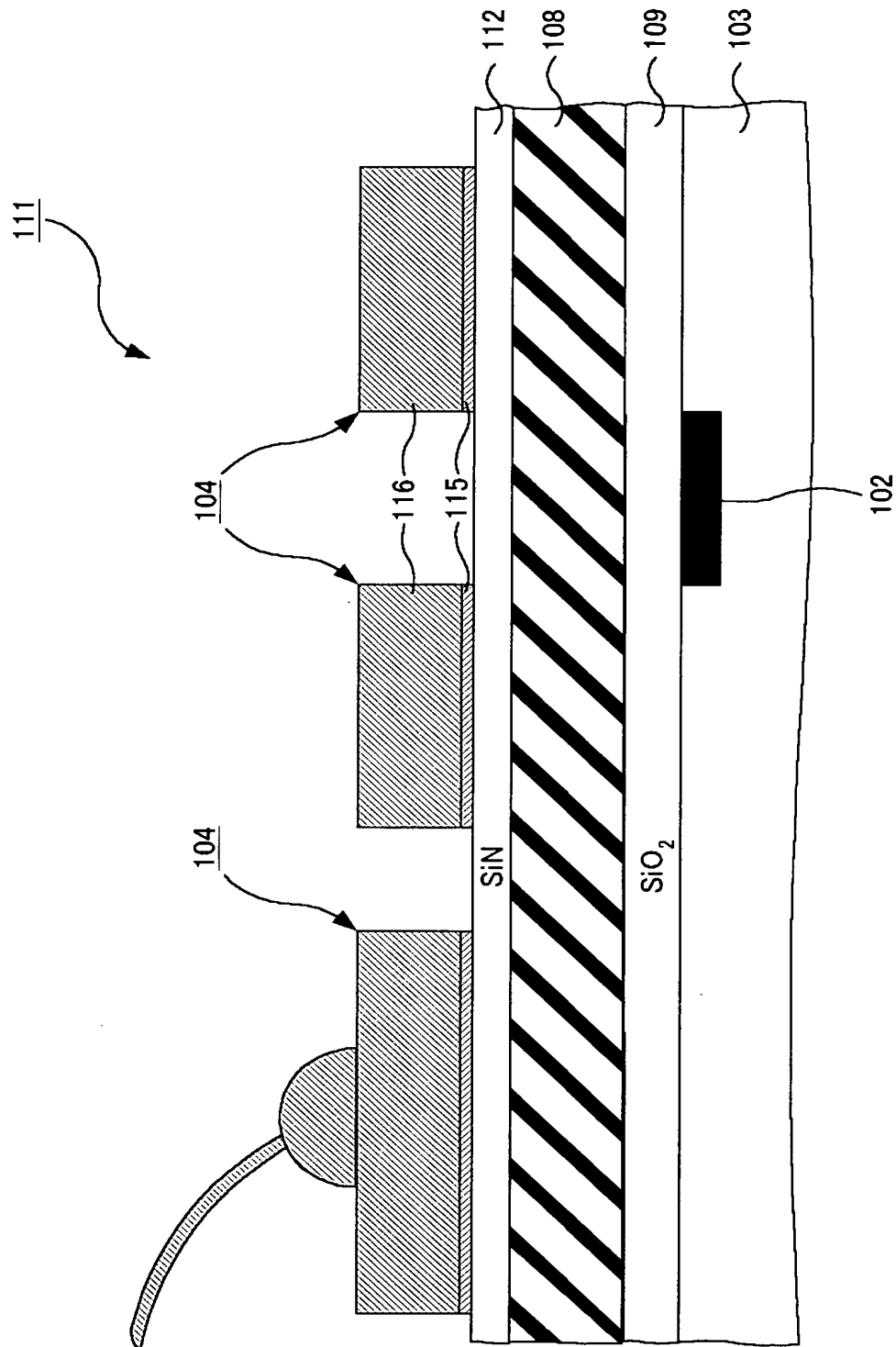
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 金属膜と有機膜との密着性が良好な半導体装置を提供する。

【解決手段】 ホール素子領域 14 を備え、表面がシリコン酸化膜からなる第 1 の絶縁膜 20 で覆われた半導体基体 12 上に、P I Q よりなる第 1 の有機膜 21 を形成し、次いで、シリコン窒化膜よりなる第 2 の絶縁膜 22 を形成する。次いで、第 2 の絶縁膜 22 上に、P I Q よりなる第 2 の有機膜 23 を形成する。第 2 の有機膜 23 の上に密着層としての第 3 の絶縁膜 24 を介して配線層 13 を設ける。

【選択図】 図 2